ISOBUTANO (R 600a) COMO REFRIGERANTE EN SISTEMAS HERMÉTICOS DE REFRIGERACIÓN

1 - INTRODUCCIÓN

La utilización de refrigerantes inflamables en sistemas herméticos de refrigeración doméstica fue descontinuada después de la aparición y producción en amplia escala de los refrigerantes CFCs, en función de que éstos últimos presentan bajo costo, son atóxicos y por no presentar características de inflamabilidad.

Recientemente, debido al ataque a la capa de ozono por parte de los CFCs, su utilización viene siendo graduativamente descontinuada, de acuerdo a los plazos definidos por el Protocolo de Montreal.

Diversos refrigerantes alternativos al CFC12 fueron estudiados y algunos vienen siendo normalmente utilizados por la industria de refrigeración mundial. Entre ellos, están algunos refrigerantes inflamables.

Ésto se debe al hecho de que ciertos refrigerantes inflamables, entre ellos el isobutano (R 600a), presentan excelentes características ambientales, o sea, no afectan la capa de ozono y ejercen efecto directo despreciable sobre el calentamiento de la Tierra(efecto invernadero).

El objetivo de este Informativo Técnico es presentar, en detalles, las principales características técnicas y los impactos, tanto en el compresor, cuanto en el proyecto del sistema de refrigeración, cuando utilizado el refrigerante alternativo isobutano en sistemas herméticos de refrigeración.

2 - EL REFRIGERANTE ISOBUTANO

El refrigerante isobutano, a ejemplo de otros refrigerantes alternativos, presenta algunas características termodinámicas distintas del R 12, conforme muestra la figura 1.

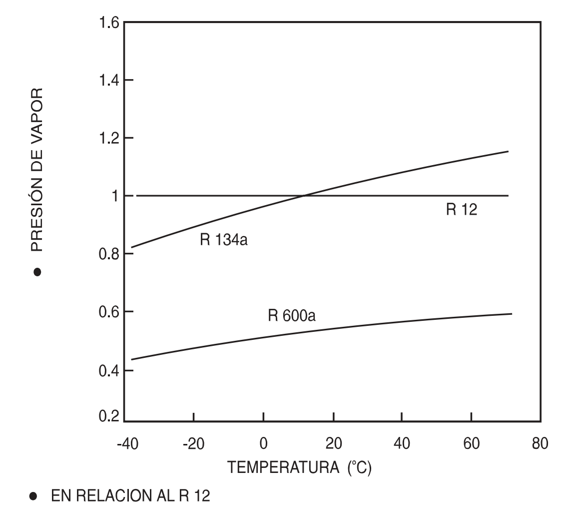


Fig.1 - Comportamiento de la presión de vapor del R 600a y R 134a, en relación al R 12, en función de la temperatura

Como se puede observar, el isobutano (R 600a) presenta menores presiones de vapor que el R 12 o el R 134a, en toda la amplitud de temperatura.

Con el objetivo de observar el impacto de la sustitución del R 12 por el R 600a, son presentadas en la Tabla 1 las características de funcionamiento, en calorímetro, del compresor modelo EM 20NP220-240V/50Hz operando con R 12 y de su modelo equivalente con R 600a.

REFRIGERANTE		R 12	R 600a
COMPRESOR		EM 20NP	EMI 20CEP
A - Desplazamiento	cm^3	2,27	3,77
B - Presión Evaporación (-25 °C)	bar	1,237	0,579
Presión condensación (55 °C)	bar	13,66	7,72
Entalpia (-25 °C/32 °C)	kJ/kg	375	501,5
Entalpia (55 °C)	kJ/kg	254	224,9
Diferencia de Entalpia	kJ/kg	121	276,6
C - Capacidad de Refrigeración	W	35	34
Flujo Másico	kg/h	1,046	0,443
Temperatura Gas Salida Cilindro	°C	99	87
D - Temp. Entrada Disp. Expansión	°C	55	55
Volumen Específico	dm^3/kg	0,841	1,96
Flujo Volumétrico	dm^3/h	0,879	0,867

Tabla 1. Comparativo entre R 12 y R 600a

En la sección A de la Tabla 1, se observa que el R 600a, necesita de un aumento en el desplazamiento del compresor en el orden de 65 a 70% para una misma capacidad de refrigeración.

Como puede ser observado en la sección B, la diferencia de entalpia del isobutano es significativamente mayor que la del R 12. Así, un menor flujo de masa es necesario para que se obtenga una misma capacidad de refrigeración.

En la sección C de la Tabla 1, se observa la menor temperatura monitorada en la descarga del compresor operando con R 600a de la que con R 12.

Las condiciones del refrigerante en la entrada del dispositivo de expansión están representadas en la sección D de la Tabla 1. Como se puede observar, la pérdida volumétrica con isobutano es apenas cerca de 1,3% inferior a la del R 12, o sea, en principio ninguna alteración en el tubo capilar de los sistemas de refrigeración, cuando el isobutano es utilizado como sustituto del R 12.

3 - SELECCIÓN DE COMPRESORES PARA R 600a

Como fue comentado anteriormente, el isobutano requiere un aumento en el desplazamiento del compresor del

orden de 65 a 70% con relación al R 12, para una determinada capacidad de refrigeración.

Siendo asi, los compresores EMBRACO para R 600a tuvieron sus volúmenes dislocados ajustados, objetivándose tener las mismas capacidades de refrigeración de los modelos equivalentes para R 12 o R 134a, sin cualquier alteración dimensional externa de los compresores.

Se debe enfatizar que, solamente compresores desarrollados para R 600a deben ser utilizados con este refrigerante. La utilización de compresores dsarrollados para R 12 ó R 134a es totalmente desaconsejable en las aplicaciones con R 600a.

Para mayores informaciones de los modelos de compresores ya disponibles para R 600a, contacte con nuestro equipo de ventas a través de las direcciones que constan en el final de este informativo.

4 - ACEITE LUBRICANTE

Los aceites minerales y sintéticos, actualmente utilizados en sistemas de refrigeración con R 12, son plenamente compatibles con el R 600a y son los recomendados para esta aplicación.

Los aceites éster también son compatibles con el R 600a. Sin embargo, este tipo de aceite presenta costo más elevado, no es compatible con determinados compuestos químicos actualmente utilizados en los procesos de fabricación de compresores y componentes para sistemas de refrigeración con R 12, además de exigir cuidados especiales en su manipulación, debido a su alta capacidad de absorción de humedad.

5 - SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN PARA R 600a

La utilización del isobutano en sistemas de refrigeración, presenta algunas diferencias fundamentales, listadas abajo, en relación a un sistema para R 12, principalmente en los aspectos de seguridad, de acuerdo con lo descripto en el ítem 6.

5.1 - TUBULACIONES

El refrigerante isobutano es compatible con los principales materiales metálicos utilizados en los sistemas de refrigeración como acero, cobre, latón y aluminio.

Elastómeros como Viton , Neopreno, Nylon, Teflon y algunos tipos de goma nitrílica son adecuados para el uso con R 600a. Entretanto, goma natural y silicona no son recomendados.

5.2 - INTERCAMBIADORES DE CALOR

Los intercambiadores de calor (condensadores y evaporadores) que operan con R 12 sin problemas de funcionamiento, pueden también ser utilizados en sistemas para R 600a.

5.3 - TUBO CAPILAR

Como fue demostrado en la sección D de la Tabla 1 y verificado experimentalmente, en principio ninguna alteración es necesaria en el tubo capilar de los sistemas de refrigeración originalmente proyectados y optimizados para R 12,cuando R600 es utilizado como refrigerante.

5.4 - FILTRO SECADOR

Los disecantes comúnmente utilizados en filtros secadores de sistemas para R 12 (XH-5 y XH-6) y R 134a (XH-7 y XH-9) son plenamente compatibles con R 600a y recomendados.

Convenie resaltar que se debe utilizar siempre un filtro secador en sistemas de refrigeración, sea para R 600a, R 134a ó R 12.

5.5 - CARGA DE REFRIGERANTE

En sistemas de refrigeración que funcionan sin problemas de operación con R 12, la carga de R 600a será aproximadamente 40% de la carga R 12.

Entretanto ésta no es una regla general, pero sirve como estimativa preliminar de la carga de R 600a.

Un punto importante a ser observado es la metodología utilizada en la determinación de la carga de refrigerante con R 600a.

Cuidados especiales deben ser tomados con el objetivo de evitarse infiltraciones de aire en el sistema cuando pequeñas cantidades de refrigerante son adicionadas a través de un cilindro de gas refrigerante, hasta obtenerse la carga adecuada. Ésto se debe al hecho de que los sistemas con R 600a trabajan con presiones de succión abajo de la atmosférica.

La manguera que conecta el cilindro de gas refrigerante a la tubulación de proceso del sistema de refrigeración, tiene que ser evacuada toda vez que una nueva cantidad de R 600a sea adicionada. En el momento de la determinación de la carga de refrigerante, el sistema deberá ser evacuado y la carga total de refrigerante deberá ser introducida en el sistema de una única vez, estando éste de esta forma apto para la realización de pruebas.

6 - SEGURIDAD EN LOS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN PARA R 600a

La utilización del R 600a en sistemas originalmente proyectados para R 12 ó R 134a, no se restringe pura y

simplemente al cambio del refrigerante, como fuera comentado en el ítem 5.

En función de que el R 600a es un refrigerante inflamable, aspectos relativos a la seguridad de los sistemas deben ser observados objetivando asegurar un funcionamiento seguro sin ofrecer peligros de explosión o fuego.

Las recomendaciones descriptas a seguir, buscan disponibilizar informaciones orientativas relativas a la seguridad de los sistemas para R 600a.

Entretanto, se debe enfatizar que cada fabricante de sistema debe realizar evaluaciones de riesgo específicas en cada configuración de producto a ser utilizado con R 600a, objetivando garantizar la seguridad de sus productos.

6.1 - PÉRDIDA EN EL COMPARTIMIENTO INTERNO DEL SISTEMA

El riesgo de explosión en el compartimiento interno del sistema existe si hubiera pérdidas de R 600a del evaporador que en contacto con el aire podrá formar una mezcla inflamable.

Cualquier fuente de ignición (por ej.: termostato, perillas de encendido/apagado,resistencia eléctrica,etc.) que pueda estar en contacto con esta mezcla podrá inflamarla.

Tal posibilidad puede ser evitada o minimizada a través de algunas medidas, como descripto abajo:

a) Sistemas con evaporador hacia fuera del gabinete.

- la utilización de evaporizadores envueltos en espuma aislante, tipo "cold-wall", ampliamente utilizados en el mercado europeo, reduce significativamente la probabilidad de una pérdida alcanzar el compartimiento interno. En estos casos, ninguna alteración es necesaria en los dispositivos eléctricos.

b) Sistemas con evaporador hacia dentro del gabinete.

- La utilización de evaporadores con dos espesores (introducción de un sobre-espesor metálico de seguridad), también es recomendada, porque reduz la posibilidad, en caso de fuga, del gas atingir los componentes eléctricos ubicados hacia dentro del gabinete.
- En el caso de utilizar evaporadores convencionales (sin sobre-espesor metálico de seguridad), todos los dispositivos eléctricos deben ser:
  - removidos del compartimiento interno y colocados en el lado externo del sistema lejos del evaporador o;
  - deben ser encapsulados o;
  - deben ser a prueba de fuego y explosión.

6.2 - PÉRDIDA EN EL LADO EXTERNO DEL SISTEMA

La posibilidad de que una pérdida de R 600a en el lado externo del sistema sea suficiente para formar una mezcla inflamable con el aire, es muy pequeña.

Sin embargo, sistemas que son montados de forma embutida, los llamados "built-in", son más susceptibles a esta posibilidad.

La ignición de la mezcla existente podrá ocurrir, principalmente en la parte posterior del sistema, a través de los dispositivos existentes en aquella región, como por ejemplo los utilizados en el compresor, si no son adecuados al uso del isobutano.

EMBRACO teniendo conciencia de este tipo de problema, desarrolló alternativas y produce compresores para R 600a con dispositivos eléctricos que evitan el riesgo de ignición.

6.3 - PÉRDIDA EN LA LÍNEA DE SUCCIÓN DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

Los sistemas de refrigeración que operan con R 600a funcionan, como comentado anteriormente, con presiones de succión abajo de la atmosférica. Ésto hace con que durante el funcionamiento del compresor, siempre que ocurran pérdidas en la línea de succión ,entre aire en el interior de la tubulación del sistema de refrigeración y también que pierda R 600a durante los períodos de parada del compresor(equalización con la presión atmosférica).

Para obtenerse una mezcla inflamable con R 600a, es necesario en torno de 92- 98% de aire en volumen dentro de la tubulación del sistema. Cuando ésto ocurre, la cantidad de isobutano presente en el sistema, que ya es pequeño debido a su reducida carga de gas pasa a ser insignificante, no ofreciendo peligro a cualquier componente del sistema.

Conviene resaltar que ya existen normas internacionales disponibles sobre seguridad de sistemas domésticos de refrigeración para operación con refrigerantes inflamables.

7 - MONTAJE DE SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN PARA R 600a

A seguir están relacionadas algunas recomendaciones que deben ser rigurosamente observadas, relativas al montaje de sistemas de refrigeración para R 600a.

a) Atendiendo los requisitos de seguridad necesarios al uso de refrigerantes inflamables como R 600a, ya están disponibles en el mercado y son recomendados, equipos automáticos de carga, prueba de pérdida y evacuación.

b) Se debe garantizar adecuada ventilación en el área de carga de R 600a al sistema, a través de ventilación mecánica, si necesario. También deben ser utilizados en esta área, detectores de pérdidas/ sensores de gas adecuados al isobutano, instalados próximo al suelo pues el R 600a es más pesado que el aire.

c) El riesgo de cargas potenciales electrostáticas (pueden provocar chisporroteo) acumuladas en los sistemas de refrigeración tiene que ser totalmente evitado durante el proceso de carga de refrigerante, a través de una correcta descarga a Tierra del sistema.

d) Pruebas de pérdida en el sistema de refrigeración deben ser realizados utilizándose el Nitrógeno, o preferencialmente Helio. La utilización de aire es totalmente desaconsejable y peligrosa.

e) Después que el sistema haya sido cargado con R 600a, no se debe utilizar llama para abrasar o soldar juntas/ conexiones del sistema. Soldadura ultrasónica o junta de tubos por el sistema LOKRING son los recomendados.

f) El porcentual de gases no condensables debe ser limitado a 1%.

En caso de que haya necesidad de informaciones adicionales, contacte con nuestro equipo de ventas a través del teléfono y telefax de nuestra empresa de acuerdo a lo especificado abajo:



Rua Rui Barbosa, 1020 - Cx. Postal 91
Fono: + 55 47 441-2430
Fax: + 55 47 441-2870 - Telex: 475 732
89219-901 Joinville - Santa Catarina - Brasil

Embraco Europe S.r.l.
Via Buttigliera 6
10020 - Riva presso Chieri (Torino) - Itália
P.O. Box 151 - 10023 - CHIERI (TO)
Fono: +390 11 943 7111
Fax: +390 11 946 8377 / +390 946 9950

Embraco North America, Inc.
2232 Northmont Parkway
Duluth, Georgia - EUA - 30096
Fono: +1 770 814 8004 / +1 800 548 9498
Fax: +1 770 622 4620 / +1 800 462 1038

Beijing Embraco Snowflake Compressor Company Ltd.
No. 15, Jia Jia Huayuan,
Fengtai District - Post Code 100075
Beijing - China
Fono: +86 10 6722 7710
Fax: +86 10 6725 6825